

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-223485

(43)Date of publication of application : 11.08.2000

(51)Int.Cl.

H01L 21/312  
H01L 21/768  
// H05H 1/46

(21)Application number : 11-020551

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 28.01.1999

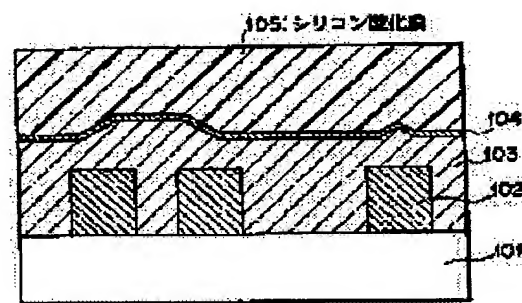
(72)Inventor : KOYANAGI KENICHI

**(54) FORMATION OF COMPOSITE INSULATION FILM AND FABRICATION OF SEMICONDUCTOR DEVICE EMPLOYING THE SAME****(57)Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To enhance adhesion when a silicon oxide film is formed on an organic insulation film containing fluorine by plasma processing the surface of the organic insulation film using a gas containing at least hydrogen and then depositing a silicon oxide film on the surface of the organic insulation film.

**SOLUTION:** Fluorine is removed from the surface of an organic insulation film 103 by plasma processing through action of hydrogen in the plasma and an SiC layer 104 is formed on the surface of the organic insulation film 103. Subsequently, a silicon oxide film 105 is formed on the organic insulation film 103 subjected to plasma processing and the surface of the silicon oxide film 105 is planarized by chemical mechanical polishing.

Consequently, a composite insulation film of the organic insulation film 103 containing fluorine (including the surface layer 104 thereof) and the silicon oxide film 105 excellent in adhesion is formed and a semiconductor device employing the composite insulation film as an interlayer insulation film can be obtained.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination] 24.03.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 27.11.2001

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection] 2001-23432

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-223485

(P2000-223485A)

(43)公開日 平成12年8月11日(2000.8.11)

|                          |        |                |             |
|--------------------------|--------|----------------|-------------|
| (51)Int.Cl. <sup>7</sup> | 識別記号   | F I            | テームト* (参考)  |
| H 0 1 L 21/312           |        | H 0 1 L 21/312 | N 5 F 0 3 3 |
|                          |        |                | A 5 F 0 5 8 |
|                          | 21/768 | H 0 5 H 1/46   | A           |
| // H 0 5 H 1/46          |        | H 0 1 L 21/90  | S           |

審査請求 有 請求項の数15 O L (全 5 頁)

(21)出願番号 特願平11-20551

(22)出願日 平成11年1月28日(1999.1.28)

(71)出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72)発明者 小柳 賢一

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(74)代理人 100065385

弁理士 山下 義平

Fターム(参考) 5F033 HH08 QQ00 QQ48 RR04 RR21

RR22 RR26 SS01 SS02 SS15

TT04 XX01 XX12 XX24 XX27

5F058 BA10 BA20 BD02 BD04 BD18

BD19 BF07 BF23 BF26 BH16

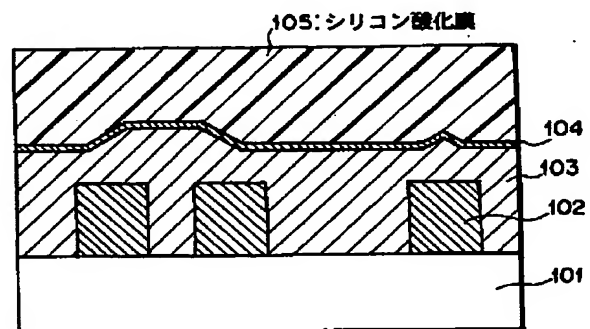
BH20 BJ02

(54)【発明の名称】 複合絶縁膜の製造方法及びこれを用いた半導体装置の製造方法

(57)【要約】

【課題】 フッ素含有有機絶縁膜の平坦化のために有効な該有機絶縁膜上へのシリコン酸化膜の形成の際の密着性を向上させ、もって該絶縁膜を配線層間絶縁膜として用いた半導体装置における配線の信号伝播速度を向上させる。

【解決手段】 シリコン基板101上にアルミニウム配線102を形成し、その上にフッ素含有有機絶縁膜103を形成し、その表面をSiH<sub>4</sub>ガスを用いてプラズマ処理してSiC表面層104とし、しかる後にその表面上にシリコン酸化膜105を堆積する。そして、シリコン酸化膜105の表面を平坦化する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 フッ素含有有機絶縁膜上にシリコン酸化膜を形成して複合絶縁膜を製造する方法であって、前記フッ素含有有機絶縁膜の表面を少なくとも水素を含むガスをを用いてプラズマ処理し、しかる後に前記フッ素含有有機絶縁膜の表面上にシリコン酸化膜を堆積することを特徴とする、複合絶縁膜の製造方法。

【請求項2】 前記少なくとも水素を含むガスはシリコンを含むことを特徴とする、請求項1に記載の複合絶縁膜の製造方法。

【請求項3】 前記プラズマ処理によりフッ素含有有機絶縁膜の表面層からフッ素が除去され、該表面層上に前記シリコン酸化膜が堆積せしめられることを特徴とする、請求項1～2のいずれかに記載の複合絶縁膜の製造方法。

【請求項4】 前記表面層は実質上シリコンと炭素とからなることを特徴とする、請求項3に記載の複合絶縁膜の製造方法。

【請求項5】 前記シリコン酸化膜の堆積を少なくともシリコン及び炭素を含むガスをを用いたプラズマ気相成長法により行うことを特徴とする、請求項1～4のいずれかに記載の複合絶縁膜の製造方法。

【請求項6】 前記フッ素含有有機絶縁膜は、フッ素化アモルファスカーボン、フッ素化バリレン、フッ素化ポリイミドまたはフッ素化ポリアリルエーテルからなるものであることを特徴とする、請求項1～5のいずれかに記載の複合絶縁膜の製造方法。

【請求項7】 前記少なくとも水素を含むガスは、SiH<sub>4</sub>とArとを含むガスまたはH<sub>2</sub>とArとを含むガスであることを特徴とする、請求項1～6のいずれかに記載の複合絶縁膜の製造方法。

【請求項8】 配線と該配線に接して形成された層間絶縁膜とを有する半導体装置の製造方法であって、前記層間絶縁膜としてフッ素含有有機絶縁膜とその上に形成されたシリコン酸化膜とからなる複合絶縁膜を形成し、該複合絶縁膜の形成に際して、前記フッ素含有有機絶縁膜の表面を少なくとも水素を含むガスをを用いてプラズマ処理し、しかる後に前記フッ素含有有機絶縁膜の表面上にシリコン酸化膜を堆積することを特徴とする、半導体装置の製造方法。

【請求項9】 前記層間絶縁膜は半導体基板とその表面上に形成された前記配線とを覆うように形成され、前記フッ素含有有機絶縁膜は少なくとも炭素、フッ素及び水素を含むガスをを用いたプラズマ気相成長法により堆積されることを特徴とする、請求項8に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項10】 前記少なくとも水素を含むガスはシリコンを含むことを特徴とする、請求項8～9のいずれかに記載の半導体装置の製造方法。

【請求項11】 前記プラズマ処理によりフッ素含有有

機絶縁膜の表面層からフッ素が除去され、該表面層上に前記シリコン酸化膜が堆積せしめられることを特徴とする、請求項8～10のいずれかに記載の半導体装置の製造方法。

【請求項12】 前記表面層は実質上シリコンと炭素とからなることを特徴とする、請求項11に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項13】 前記シリコン酸化膜の堆積を少なくともシリコン及び炭素を含むガスをを用いたプラズマ気相成長法により行うことを特徴とする、請求項8～12のいずれかに記載の半導体装置の製造方法。

【請求項14】 前記フッ素含有有機絶縁膜は、フッ素化アモルファスカーボン、フッ素化バリレン、フッ素化ポリイミドまたはフッ素化ポリアリルエーテルからなるものであることを特徴とする、請求項8～13のいずれかに記載の半導体装置の製造方法。

【請求項15】 前記少なくとも水素を含むガスは、SiH<sub>4</sub>とArとを含むガスまたはH<sub>2</sub>とArとを含むガスであることを特徴とする、請求項8～14のいずれかに記載の半導体装置の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、絶縁膜製造技術及びこれを利用した半導体装置製造技術の分野に属するものであり、特に低誘電率で表面加工性の良好な複合絶縁膜を製造する方法及び該複合絶縁膜を層間絶縁膜として用いた半導体装置の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術及び発明が解決しようとする課題】近年のULSIの高集積化に伴って、この種の半導体装置の配線における信号伝播速度の遅延が問題となっている。その解決法として、配線層間絶縁膜の低誘電率化が有効である。低誘電率の層間絶縁膜として、各種の材料の使用が考えられている。特にSiOF膜等のSiを含む無機系の低誘電率絶縁膜は、従来のプロセスとの整合性の点から有望な材料である。しかし、この無機系低誘電率絶縁膜は、比誘電率を3以下にすることは難しい。

【0003】比誘電率が3以下の材料としては、炭素を含む有機系の層間絶縁膜が考えられる。しかし、この有機系層間絶縁膜材料は、比誘電率が低いのであるが、従来のプロセスとの整合性の点で問題がある。その問題の1つとして膜の平坦化の問題がある。

【0004】現在、膜の平坦化は、化学的機械研磨(CMP)法が広く用いられている。しかし、この方法は、機械的に弱い有機系の薄膜では、制御が困難であり、CMP法を用いるためには、上面にシリコン酸化膜を成膜して、そのシリコン酸化膜を平坦化することが有効な手段である。

【0005】ところが、フッ素を含有する有機絶縁膜とシリコン酸化膜とは密着性が悪く、はがれやすい。例え

ば、フッ素を含有する有機絶縁膜上にシリコン酸化膜が成膜できたとしても、シリコン酸化膜は、その後400℃程度の熱処理を行うことにより剥がれたり、配線を形成する際にその応力により剥がれたり、CMPにより機械的な力が加わる際に剥がれたりする。

【0006】そこで、本発明は、以上のような従来技術の問題点を鑑み、配線の信号伝播速度の向上の観点から有用なフッ素を含む有機絶縁膜の平坦化のために有効な該有機絶縁膜上へのシリコン酸化膜の形成の際の密着性を向上させ、もって該絶縁膜を配線層間絶縁膜として用いた半導体装置の耐久性を向上させるとともにその配線の信号伝播速度を向上させることを目的とするものである。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、以上の如き目的を達成するものとして、フッ素含有有機絶縁膜上にシリコン酸化膜を形成して複合絶縁膜を製造する方法であって、前記フッ素含有有機絶縁膜の表面を少なくとも水素を含むガスを用いてプラズマ処理し、しかる後に前記フッ素含有有機絶縁膜の表面上にシリコン酸化膜を堆積することを特徴とする、複合絶縁膜の製造方法、が提供される。

【0008】更に、本発明によれば、以上の如き目的を達成するものとして、配線と該配線に接して形成された層間絶縁膜とを有する半導体装置の製造方法であって、前記層間絶縁膜としてフッ素含有有機絶縁膜とその上に形成されたシリコン酸化膜とからなる複合絶縁膜を形成し、該複合絶縁膜の形成に際して、前記フッ素含有有機絶縁膜の表面を少なくとも水素を含むガスを用いてプラズマ処理し、しかる後に前記フッ素含有有機絶縁膜の表面上にシリコン酸化膜を堆積することを特徴とする、半導体装置の製造方法、が提供される。

【0009】本発明の半導体装置の製造方法の一態様においては、前記層間絶縁膜は半導体基板とその表面上に形成された前記配線とを覆うように形成され、前記フッ素含有有機絶縁膜は少なくとも炭素、フッ素及び水素を含むガスを用いたプラズマ気相成長法により堆積される。

【0010】また、本発明の複合絶縁膜の製造方法及び半導体装置の製造方法の一態様においては、前記少なくとも水素を含むガスはシリコンを含む。本発明の製造方法の一態様においては、前記プラズマ処理によりフッ素含有有機絶縁膜の表面層からフッ素が除去され、該表面層上に前記シリコン酸化膜が堆積せしめられる。本発明の製造方法の一態様においては、前記表面層は実質上シリコンと炭素とからなる。本発明の製造方法の一態様においては、前記シリコン酸化膜の堆積を少なくともシリコン及び炭素を含むガスを用いたプラズマ気相成長法により行う。本発明の製造方法の一態様においては、前記フッ素含有有機絶縁膜は、フッ素化アモルファスカーボ

ン、フッ素化バリレン、フッ素化ポリイミドまたはフッ素化ポリアリルエーテルからなるものである。本発明の製造方法の一態様においては、前記少なくとも水素を含むガスは、 $\text{SiH}_4$  と Ar とを含むガスまたは  $\text{H}_2$  と Ar とを含むガスである。

【0011】

【作用】本発明による複合絶縁膜の製造方法及びこれを用いた半導体装置の製造方法では、フッ素を含有する有機絶縁膜の表面を少なくとも水素を含むガスから形成したプラズマを用いてプラズマで処理し、しかる後にその表面上に酸化シリコンを堆積している。このような方法の技術的意義は、次のとおりである。

【0012】即ち、一般に、有機絶縁膜は、炭素によるネットワークにより構成されている。従って、異種の薄膜との積層構造を形成するためには、炭素と異種の原子との結合を形成する必要がある。フッ素を含有する有機絶縁膜は、その表面がフッ素 (F) で終端しているため、そのままではその上面に異種の絶縁膜を形成することが困難である。また、有機絶縁膜上にシリコン酸化膜を形成する場合には、炭素 (C) とシリコン (Si) もしくは酸素 (O) との結合を安定に形成する必要がある。Si と C との結合は非常に強固であるから、有機絶縁膜とシリコン酸化膜との界面に SiC の層を形成することが、極めて有効である。

【0013】そこで、本発明では、有機絶縁膜上にシリコン酸化膜を形成する前に、有機絶縁膜の表面を少なくとも水素 (H) を含有するガス (例えば  $\text{SiH}_4$ 、ガスや  $\text{H}_2$  ガス) から形成したプラズマにさらすプラズマ処理を行う。このプラズマ処理で、プラズマ中の水素により、有機絶縁膜の表面からフッ素が除去され、結果として有機絶縁膜の表面には実質上 C と Si との結合からなる SiC 表面層が形成される。この表面層はシリコン酸化膜との密着性が良好であり、従って有機絶縁膜とシリコン酸化膜との密着性が改善される。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、本発明の複合絶縁膜の製造方法及び半導体装置の製造方法の実施の形態について図面を参照しながら説明する。

【0015】図1～図4に本発明による複合絶縁膜の製造方法及びこれを用いた半導体装置の製造方法の実施形態を示す。

【0016】先ず、図1に示すように、内部に各種の電子回路素子を用いて集積回路 (LSI, ULSI など) が作り込まれているシリコン基板 101 の表面上にアルミニウム配線 102 を形成する。該配線 102 の高さ (厚さ) は例えば 700 nm である。

【0017】次に、図2に示すように、シリコン基板 101 の表面上にアルミニウム配線 102 をも覆うように、高密度プラズマ化学気相成長法により、フッ素含有有機絶縁膜 103 を成膜する。該有機絶縁膜 103 は、

例えばフッ素化アモルファスカーボン、フッ素化バリレン、フッ素化ポリイミドまたはフッ素化ポリアリルエーテルからなるものであり、その厚さは例えば平坦部（配線の存在しない所）で1 $\mu$ mである。この高密度プラズマ化学気相成長法による有機絶縁膜103の堆積の際には、例えばプラズマ発生源として誘導結合型プラズマ装置を用い、プラズマ発生源に2MHzのRFを2kWのパワーで印加し、基板101に13.56kHzのRFを1kWのパワーで印加する。プラズマ生成のためのガスとしては、例えばCH<sub>4</sub>、C<sub>4</sub>F<sub>6</sub>及びArをそれぞれ30sccm、30sccm及び10sccmの流量で用いることができる。成膜時の圧力は例えば1 Torrであり、基板温度は例えば400℃である。

【0018】次に、図3に示すように、有機絶縁膜103の表面をプラズマ処理する。有機絶縁膜103を形成した装置と同じ装置を用いて、有機絶縁膜103のプラズマ処理を行うことができる。プラズマ発生源に加えるパワーは有機絶縁膜103の形成の際と同じとし、基板101に印加するRFパワーを50Wとすることができる。プラズマ生成のためのガスとしては、SiH<sub>4</sub>とArとをそれぞれ流量20sccm及び10sccmで用いることができる。SiH<sub>4</sub>とArとを含むガスの代わりに、SiH<sub>4</sub>、以外の水素化シリコンとArとを含むガスやH<sub>2</sub>とArとを含むガスを用いることもできる。

【0019】このような有機絶縁膜103の表面のプラズマ処理により、該有機絶縁膜の表面から、プラズマ中の水素の作用により、フッ素が除去される。このフッ素除去の処理により、有機絶縁膜103の表面には、CとSiとの結合が形成され、結果としてCとSiとの結合を有するSiC表面層104が形成される。

【0020】次に、図4に示すように、プラズマ処理した有機絶縁膜103上に（実際には有機絶縁膜の表面に形成されたSiC表面層104上に）、シリコン酸化膜105を、例えば1 $\mu$ mの膜厚で成膜する。この成膜には、上記有機絶縁膜103の成膜及びそのプラズマ処理の際に用いたものと同様の装置を用いることができる。プラズマの発生源及び基板に印加するパワーは、有機絶縁膜の成膜時と同じにすることができる。成膜ガスとしては、例えばSiH<sub>4</sub>、O<sub>2</sub>、及びArをそれぞれ30sccm、50sccm及び20sccmの流量で使用す

る。成膜時の基板温度は例えば400℃であり、成膜時の圧力は例えば5mTorrである。

【0021】そして、成膜されたシリコン酸化膜105

の表面を、化学的機械研磨法により平坦化する。これにより、フッ素含有有機絶縁膜103（その表面層104をも含む）とシリコン酸化膜105とからなる密着性良好な複合絶縁膜が形成され、該複合絶縁膜を層間絶縁膜として用いた半導体装置が得られる。この層間絶縁膜は表面平坦化の際にも膜剥れが生じにくいので、その上に更に上層配線を形成して耐久性良好な多層配線構造を形成することができる。また、配線102は低誘電率のフッ素含有有機絶縁膜103により覆われているので、配線間容量の低減が実現される。

【0022】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の複合絶縁膜の製造方法及びこれを用いた半導体装置の製造方法においては、フッ素含有有機絶縁膜の表面を少なくとも水素を含むガスによるプラズマで処理し、しかる後にシリコン酸化膜を堆積するので、フッ素含有有機絶縁膜上にシリコン酸化膜を成膜する際の膜の密着性を向上させることができる。従って、このようにして形成された複合絶縁膜を層間絶縁膜として用いた半導体装置においては、層間絶縁膜の比誘電率が低く配線間容量を低減することができ、かくして配線の信号伝播速度を向上させるとともに、配線層間絶縁膜剥離を低減して、半導体装置の耐久性及び信頼性を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による複合絶縁膜の製造方法及びこれを用いた半導体装置の製造方法の実施形態を示す断面図である。

【図2】本発明による複合絶縁膜の製造方法及びこれを用いた半導体装置の製造方法の実施形態を示す断面図である。

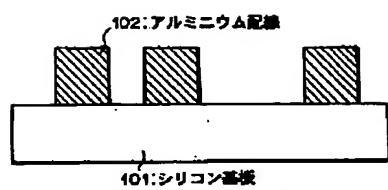
【図3】本発明による複合絶縁膜の製造方法及びこれを用いた半導体装置の製造方法の実施形態を示す断面図である。

【図4】本発明による複合絶縁膜の製造方法及びこれを用いた半導体装置の製造方法の実施形態を示す断面図である。

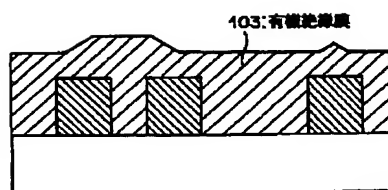
【符号の説明】

|     |            |
|-----|------------|
| 101 | シリコン基板     |
| 102 | アルミニウム配線   |
| 103 | フッ素含有有機絶縁膜 |
| 104 | SiC表面層     |
| 105 | シリコン酸化膜    |

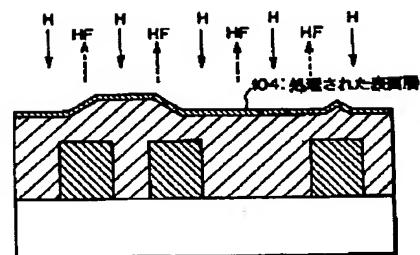
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

